

都市廃棄物と エネルギー問題



斉田倉作

目次

- 1 ――はじめに
- 2 ――都市廃棄物の量と質
- 3 ――ゴミ処理と石油等エネルギー
- 4 ――焼却工場の熱エネルギー
- 5 ――熱利用の歴史的プラント
- 6 ――熱利用の現況と課題

1 ――はじめに

現代都市は、年ごとにその貪欲性と非情性を高め、おびただしい物質とエネルギーを消費し、昼夜を問わず活動を続け、大量の廃棄物を生成する。その姿は、さながら傍若無人に行動する巨大な怪獣を連想させ、もはや人間の制御機能をはるかに超越した存在であるかのような錯覚すら起させる。

なかでも廃棄物に対しては、自らの排泄物であるにもかかわらず、ただ忌避感と疎外意識しか持たず、堆積する汚物に下半身を侵食されながらなお破滅への自覚すらなく、ただ奔放に狂態を続けているかのようなようである。今日の都市は、まさに病める巨獣というほかあるまい。

歴史的に深く巢食った病根を断ち、速やかに都市の健全性を回復するためには、まず、資源保全の立場から、廃棄物の発生を抑制すると同時に、たれ流し現象絶無のための社会的努力が必要であることはもちろんであるが、これら廃棄物に対して単に焼却・埋立てという、いわゆる処分〈一方通行〉の論理で終始することなく、むしろ第二の資源あるいはエネルギー源として、再生・活用の方策を推進し、物資の効率的再循環システムを確立すべきである。そのための新たな技術開発が今や国家的見地から、大きな緊急課題となっている。本稿では、多種多様な都市廃棄物のうち、市民生活に直接かかわりのある家庭ゴミを主体とする「一般廃棄物」とエネルギーとの関係に焦点を絞り、エネルギー危機が強く叫ばれる今日の社会情勢の下で、ゴミ問題をあらためて考察したい。

2 ――都市廃棄物の量と質

都市活動によって生成される廃棄物には、生産・

加工・流通部門等、各種事業活動に伴うものや、道路・公園・河川・港湾・交通機関・学校等さまざまな公共施設から排出されるもの、一般家庭等住生活の中から発生するものなど、多種多様な物質・物体が含まれ、形態も通常の固形に限らず、汚泥状<ヘドロ類>・微粉状<フライアッシュ類>・液状<廃油・廃液類>等あらゆる物で構成されており、その量も極めて多い。

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」では、以上の全廃棄物のうちから、事業活動に伴って生じた特定の物<表一>のみを抽出し、これらを「産業廃棄物」と定義づけ、排出事業者に自己処理責任を課しているが、残余のすべてのゴミは

「一般廃棄物」として、その処理を市町村の責務と定めている。

現在、横浜市内の1万に及ぶ事業所から排出される「産業廃棄物」の量は、1日あたり13,000^{トン}tを超える膨大なものと推計されている。

一方、「一般廃棄物」は1日約3,000tに達しているが、これは体積で約15,000^mとなり、数日間で市庁舎全体を埋めつくすほどの量である。このうち約2,000tが一般家庭のゴミであり、市が直接収集し処理しているが、他の約1,000tは公共施設や個人商店などのゴミであり、各自の手によって市の処理施設へ搬入されている。

これら生活圏におけるゴミの量は、人口及び単位

表一 産業廃棄物一覧表<法第2条第3項・政令第1条>

規定区内	内	容
法 律	(1) 燃えがら (2) 汚 で い (3) 廃 油 (4) 廃 酸 (5) 廃アルカリ (6) 廃プラスチック類	
政 令	(7) 紙くず { パルプ、紙又は紙加工品の製造業 新聞業<新聞巻取紙を使用して印刷発行を行なうものに限る。> 出版業<印刷出版を行うものに限る。> 製本業 印刷物加工業 } (8) 木くず { 木材又は木製品の製造業<家具の製造業を含む。> パルプ製造業 輸入木材の卸売業 } (9) 繊維くず { 繊維工業<衣服その他繊維製品製造業を除く。> } (10) 食料品製造業 } 医薬品製造業 } 香料製造業 } (11) ゴムくず (12) 金属くず (13) ガラスくず及び陶磁器くず (14) 鋳さい (15) 工作物の除去に伴って生じたコンクリートの破片その他これに類する不要物 (16) 動物のふん尿<畜産農業に係るものに限る。> (17) 動物の死体< " " > (18) 大気汚染防止法第2条2項に規定するばい煙発生施設において発生するばいじんであって、集じん施設によって集められたもの (19) 上記(1)~(18)に掲げる産業廃棄物を処分するために処理したものであって、これらの産業廃棄物に該当しないもの	に係るもの に係るもの に係るもの において原料として使用した動物又は植物に係る固形状の不要物

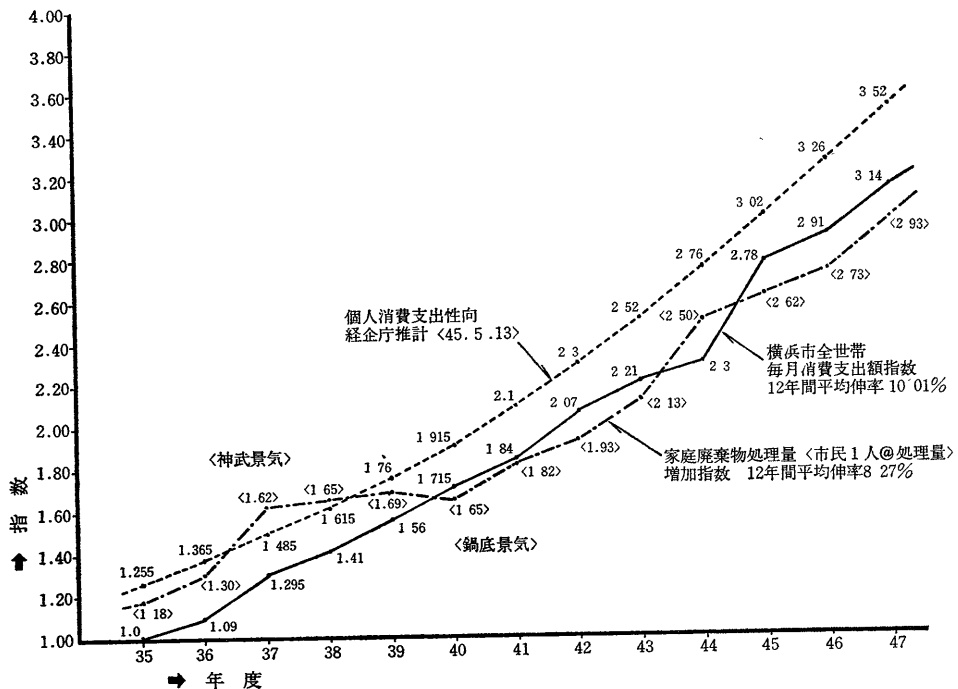
※ いずれも事業活動に伴って生じたものであること。

排出量に比例して増加する。横浜市では毎年8～10万人に及ぶ人口増加と共に、1人あたりの処理量も毎年8%前後の増加率で、他都市に例のない著しい増加傾向を示してきたが、昨年来の資源危機・物価高騰等の経済情勢下で、使い捨ての風潮にブレーキがかけられたためか、増加率にやや鈍化の兆しが見えている。市民1人あたりの歴年ゴミ増加動向は、従来、市民所得に比例するといわれてきたが、実際には預金・不動産などの蓄積を伴う所得額よりも、市民家庭の消費支出額動向に極めて高い相関性をもっている。図表-1は過去12年間の消費支出額動向とゴミ量の推移を示すものであり、両者の相関性が理解できる。

また、ゴミの質的問題としては、可燃物比約36%、不燃物比約15%のほか、依然として水分の占める率が50%前後となっている。つまり10tのゴミを集めれば、うち5tが水である。極論すればれゴミ収集車はその機能の半分が水運搬車であり、焼却工場も同様に水蒸気発生工場といえよう。これ

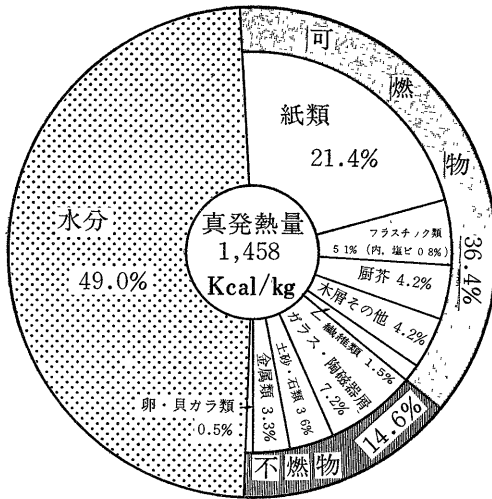
は、わが国の気候風土、生鮮食品等の流通形態、市民の食・住生活慣習等に起因するものと考えられるが、積年の「水切運動」も一向に実効を挙げ得ない現況であり、欧米諸市の水分20～30%がまことに羨しい限りである。他面、可燃物<36%>の大部分を占める紙屑は、昨年末のトイレトーパー騒動を境として、従来の約25%から20%前後に低減した。これは同事件以後故紙相場が急騰し、回収業者の活躍が復活したことと同時に、資源再生ムードの高まりの中で市民の回収運動が活発化した現われであり喜ばしい現象であるが、反面、焼却処理及び熱エネルギー利用の立場から考えると、紙屑のような熱源が減少し、水分が一向に減少しない状態では、ゴミ発熱量は低下する一方となって別の問題が派生する。従来は上昇一途をたどる発熱量に対応し得ることを目標として、懸命に焼却プラント技術の改良・高度化が進められてきたが、今後は低発熱量・高水分に備えて燃焼機構の再検討を要求されると同時に、不燃物の

図表-1 家庭廃棄物と消費支出金額との伸張傾向比較図表



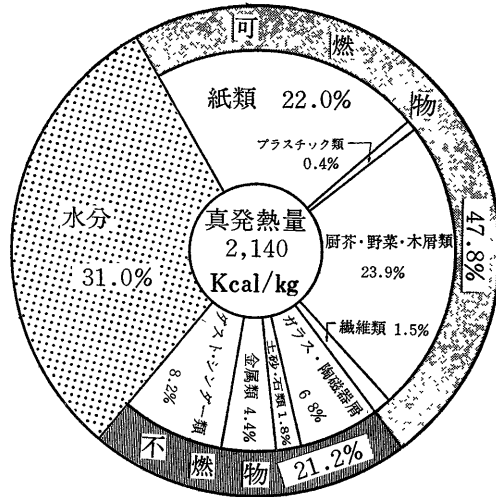
図表一2 横浜市のご家庭ゴミ組成

<1973年1月~12月, 3工場平均値>



ロンドン市のご家庭ゴミ組成

<1970年, 低質値>



除去と資源再生を図るため、焼却前における金属・ガラス類の自動分別装置等の開発が急務となっており、いわゆるテクノロジー・アセスメントの時期に至っている。

図表一2は、横浜市とロンドン市のゴミ組成の一例であって、両市の紙類はほぼ同率であるが、ロンドン市では水分が非常に少ないことと、公園や街路樹等の木葉屑が多いことから、プラスチックのような高発熱物は極度に少ないが、真発熱量は50%も高い値を示している。

3 ゴミ処理と石油等エネルギー

現在、横浜市内でゴミを収集・輸送するために活動している車両は、全体で約720台であるが、このうち市の保有するものが大小あわせて約520台に及んでおり、他の200台は公共施設・商店等のゴミ<事業系一般廃棄物>を扱う許可業者などが所有する車両である。市民の家庭から毎日吐き出される約2,000tのゴミを収集するだけでも500台前後の車両が動員され、これらが走行し、車体内

にゴミを押し込む装置を駆動するために消費される軽油等の燃料も、また、おびただしい量となっている。1日の使用量は約8kl<ドラム缶40本分>、年間310日稼働とすれば、2,480kl<ドラム缶12,400本分>を消費することとなり、ゴミ1tあたり約4lを必要としている。昨年来の石油ショックによる混乱期には、これら収集車用燃料すら入手が危ぶまれ、環境事業局関係者の苦悩は頂点に達した。各石油販売業界・通産省関係局などへ連日奔走し、かろうじて危機を脱した記憶は、未だ生々しく、ゴミと石油の深いかかわりをあらためて痛感した。

一方、集められたゴミを処理する部門であるが、一般廃棄物約3,000t/dのうち、約55%を鶴見・磯子・旭・港南等の工場で焼却しており、これらの工場でも灯油あるいは都市ガスを炉内加熱用使用する。通常、焼却炉運転中にはゴミ自体の熱量で自燃するから、補助燃料は使用しないが、焼却炉を3カ月程度連続運転すると、内部の煉瓦・金属部分の損傷等をチェックし、保繕修理を行なうために数日間火を止める。また、1年に1回は法令に基づきボイラーやクレーン等のオーバーホ

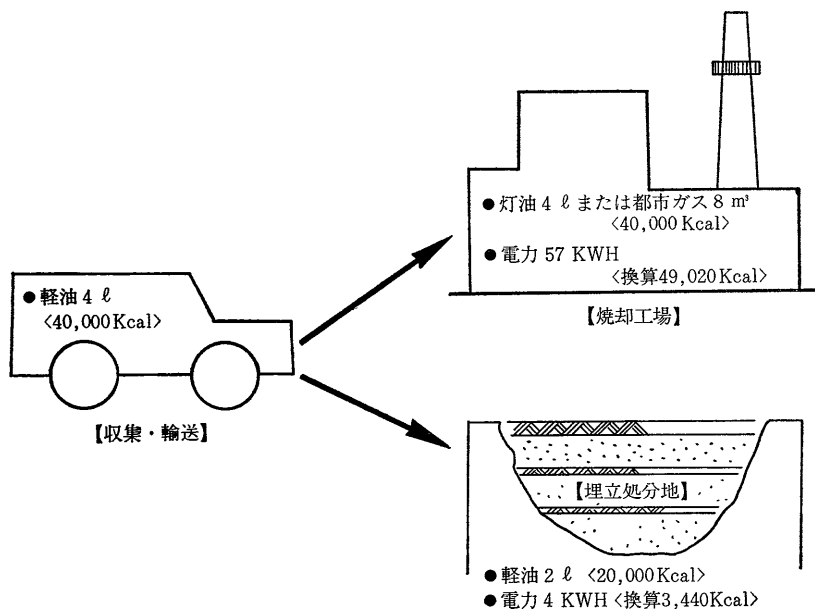
ールを行ない。労働基準監督署などの検査を受けるため、1炉づつ交互に休止させるが、整備の完了した焼却炉を始動する場合には、常温まで低下した炉内温度を炉材の保護上、急激に加熱せずに数10時間をかけて徐々に熱を加え、雰囲気温度を500C°前後まで昇温させる必要がある。このための補助燃料として、従来は重油が使用されていたが、横浜市では公害防止のため全国に先がけて、良質な灯油あるいは都市ガスを使用している。この量を単純にゴミ1tあたりに換算すると、灯油の場合で約4ℓ、都市ガスの場合約8m³を消費することになり、共に約40,000kcalを要している。なお、各機械装置及び照明等に要する電力の面では、公害防止設備が増強されるに従い、消費量も増加しつつあるが、昨48年度の実績平均値でゴミ1tあたりの使用電力量は約57KWHとなっている。つまり、1日に1,600t余のゴミを焼却するためには、約7tの灯油と100MWHの電力を必要とする。

また、現時点では焼却工場が足りないため、一般廃棄物の約45%は焼却残灰と共に周辺地域の谷間

等で埋立処分している。

この場合には、ゴミを3m程度堆積させると0.5m前後の土砂で被覆するサンドウィッチ工法を採用しているので、ゴミを墳圧したり、土砂を敷均しするためにブルドーザやショベルローダなどの機械力を駆使している。現在、これら土木機械及び関係車両は32台に及んでおり、燃料として使用される軽油類は1日約2.7klで、ゴミ1tあたり約2ℓ<20,000Kcal>を要する。このようにしてゴミを土中に埋没して数カ月間経過すると、混在した有機物が土中で嫌気性バクテリアなどの土中菌群によって分解され、60C°前後の醗酵熱を発生しつつメタンを主体とする分解ガスと腐敗液に変化する。分解ガスは約58%がメタン<CH₄>、30%が炭酸ガス<CO₂>、10%が窒素<N₂>、酸素その他が2%程度で構成され、発熱量も4,000Kcal/m³前後あるため、採集して圧縮・液化が可能ならば、プロパンガスと同様に有効利用が考えられるが、なにぶんにも広面積地に分散し、大気中に希釈されてしまうことと、有機物の分解速度が一定でなく、期間も通常3年前後の短期間であ

図表—3 ゴミ1tを処理するために消費する石油及び電気エネルギー



り、量的把握が極めて難しいために活用対策ができない現況であるが、今後の興味ある研究課題の一つとなっている。

腐敗液の方は、十分に処理・浄化しなければ、周辺水路に放流できないので、曝気・活性汚泥処理・薬品凝集沈澱・滅菌等の各種機能を組合せた多段式プラントで高級処理しているが、ポンプその他機器類駆動用電力は、ゴミ1tあたり約4KWHを要している。

以上、ゴミの収集から処理・処分に至るまでの石油・電力等、単位消費量をまとめると図表一3のようになる。

4 焼却工場の熱エネルギー

悪臭を発散し、汚水を滲ませた大量のゴミを衛生的に無害安定化させる手段として、焼却処理方式が未だ世界的に主流の座を占めている理由の第一は、その迅速性・能率性であり、第二は、自らの燃焼熱による滅菌・脱臭等の自己浄化性にあると考えられる。

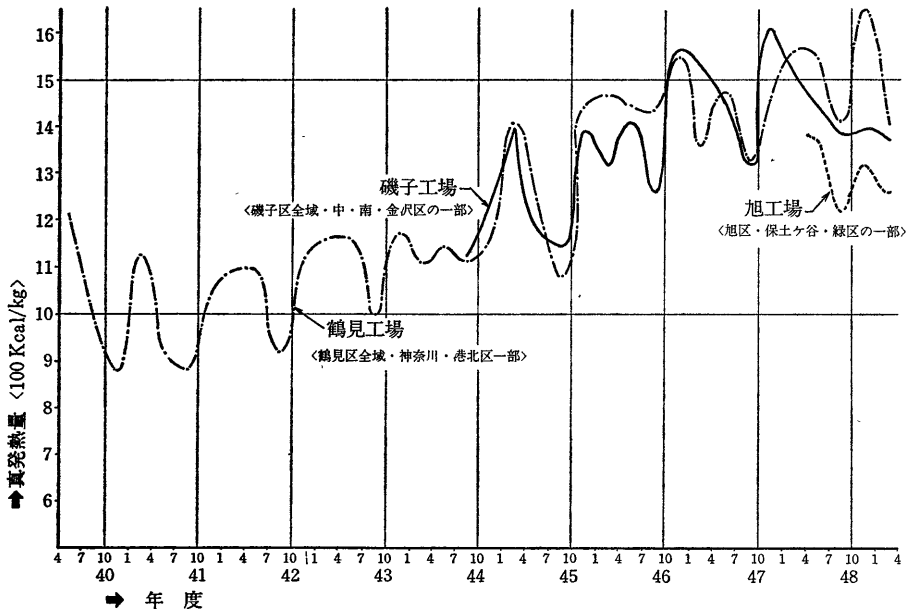
物質の燃焼とは、光と熱を伴う急激な酸化現象であり、これを開始させるためには、まず外部から熱を与えて着火温度まで熱しなければならない。通常空気中で紙や木屑を250~300°Cの温度に加熱すれば燃焼させることは容易であるが、腐敗性水分が半数を占めるゴミを完全燃焼させると同時に、その悪臭を分解させるためには700~900°Cの温度を継続して加える必要がある。このための熱源は、ゴミ中の紙・木屑・繊維類・プラスチック等に含まれる炭素・水素・硫黄分などであり、これらが保有する総発熱量から混入水分を蒸発させるための潜熱<1気圧、100°Cの場合で538.8Kcal/kg>を差引いた熱量が真発熱量であり、燃焼及び熱回収装置等設計上の基礎条件となる。

燃焼装置等の設計に際して最大の問題点は、ゴミが宿命的に不安定かつ低質な性状を持った燃料であり、他の固形燃料<石炭・コークス等>とは基本的に形状・性質が異なることである。現状のように屋外の間欠的収集作業のもとでは、天候が直ちにゴミ質に影響し、降雨時には水分が3~10%増加して、真発熱量は急激に低下する。また季節的にも夏季は水分が最も多く、冬季が最少となって真発熱量も200~300kcalの変動を伴う。さらに生活様式・消費物質の変化による質的変動も激しく、欧米諸都市とわが国との相違も著しい。

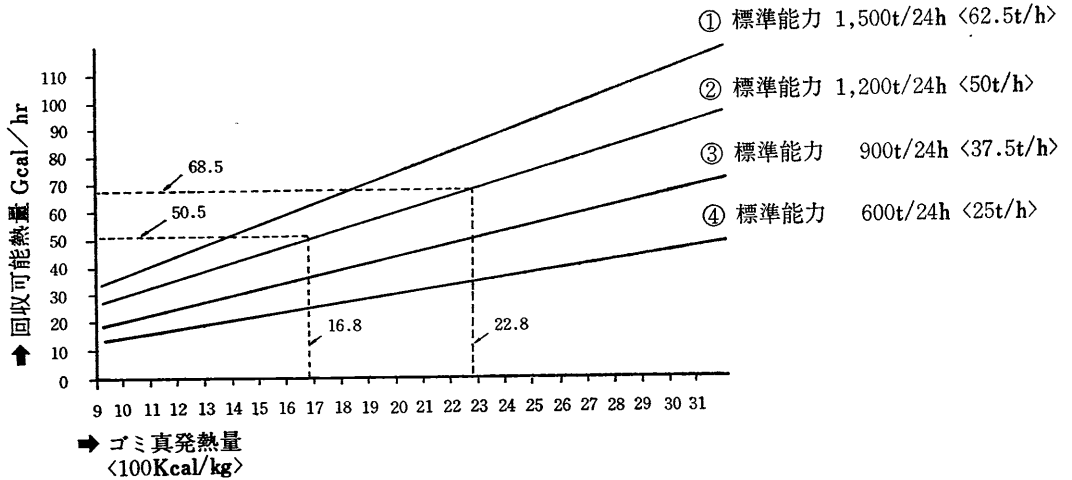
過去数年来の横浜市におけるゴミの真発熱量の動向をみると、歴年平均80kcal/kg前後の上昇を続けており、このまま直線的に増高を続けると、6年後の昭和55年には欧米諸都市にほぼ近い1,700~2,500kcal/kgに達するものと予測されていたが、最近における紙屑の減少傾向の反面、水分が一向に減少しないことが影響して、発熱量の伸びも鈍化している。図表一4は過去9年間の発熱量動向記録であるが、各年度の上昇傾向と季節変動の複雑さを示している。

ゴミを完全燃焼させると同時に、その臭気を熱分解させ公害防止を図るためには、焼却炉内を常時700~900°Cの雰囲気保持する必要がある。この下限温度700°Cは脱臭効果温度が650°C以上であることから、安全を考慮して定めており、上限の900°Cは窒素酸化物の発生を抑制するために必要な制限温度である。この炉内で発生する燃焼ガス中に含まれる煤じん・灰粉等微粒子を次の段階で集じん器にかけて除去するのであるが、この電気集じん器内へ導入する時には、その電気的特性と機能上からガス温度を250~300°Cとしなければならない。そこで、700~900°Cの燃焼ガス温度を450~600°C低減する方法の一つとして、廃熱ボイラを炉体上部に併設し、熱吸収を行わせるわけであり、ここで副次的に蒸気が生産される。

図表—4 コミ真発熱量の推移<昭和40~48年度、各季節平均値>



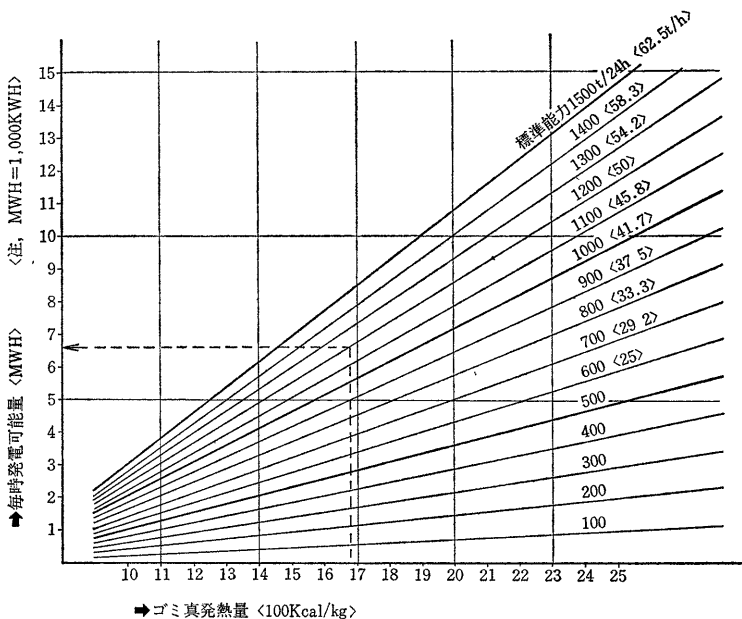
図表—5 焼却プラント規模別回収熱量概算図表<Gcal=1,000,000kcal>



しかし、ゴミ発熱量が常時変化するため、燃焼ガス量も不安定となり、蒸気発生量も常時大幅に変動する。つまり、回収熱量はゴミの真発熱量と燃焼状態に比例して変化する。従って熱利用の面でも余ほど安全を見込んで、計画されないと、安定した機能を維持することが困難となるので、慎重

な計画・設計が必要となる。図表—5は各焼却能力と真発熱量によって、回収熱量を概算する表であるが、真発熱量 1,680kcal/kg のゴミを1日に 1,200 t 処理する工場では、毎時50Gcal程度の熱量が得られることを示している。つまり、ゴミ1 t で約1 Gcal の熱量を得ることがわかるが、こ

図表—6 焼却プラント規模別発電量概算図表



の熱量は普通家庭<家族4人>で炊事・浴用等に使う程度なら、2カ月間以上まかなえる量である。

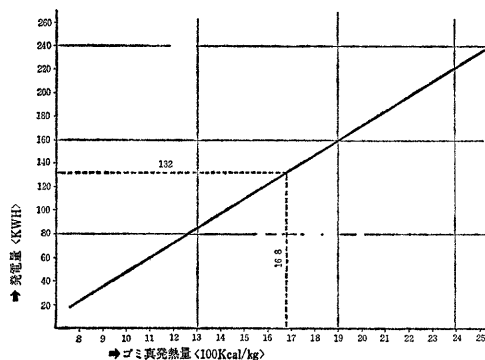
通常、焼却工場で効率よく熱回収をした場合でも、ゴミの保有する真発熱量の60%程度が限界である。他の熱量は主として公害防止機能上<電気集じん器内温度保持・水蒸気の高所放散等>から残存させざるを得ないものと、残灰・炉壁等から散逸するものなどである。

次に処理能力 1,200 t/24h<50 t/h>、真発熱量 1,680kcal/kg の焼却工場における熱量を考えてみる。

- ゴミ単位時間焼却量……50t/h
- ゴミ真発熱量の合計……84Gcal/h<84,000,000 kcal/h>
- 回収熱量の合計<回収効率約60%>……50.5 Gcal/h<100%>
- 工場の自家消費熱量

場内暖冷房空調用 ……4.2Gcal/h<8.32%>	}	<24.75%>
焼却炉関係設備用 ……8.3Gcal/h<16.43%>		
- 場内自家発電用<出力5,000KW>…35.0Gcal/h

図表—7 ゴミ1tあたり、発電可能量概算図表



<69.3%>

- 余熱利用施設用<温水プール・老人センター>
……3.0Gcal<5.95%>

以上のように、ゴミの真発熱量が1,680kcal/kg程度の場合には、まことに都合よく回収熱量と消費熱量がバランスするが、発熱量がそれ以下の場合には、絶対需要の場内空調用と焼却炉設備用の12.5Gcal/h<24.75%>以外の余熱利用規模を縮小せざるを得なくなり、逆に発熱量が増高すれば、さらに余熱利用範囲の拡大が可能となってくる。また、同条件の下で回収熱量をフルに使って

発電した場合には、図表一六にみられるように毎時6,600 KWHの電力を得ることが可能である。これをゴミ1 tあたりの発電量に換算したのが図表一七であり、1,680kcal/kgのゴミ1 tで132KWHの電力を得ることがわかるが、これは普通家庭で通常使用する電力<冷暖房用を除く>の約半月分をまかない得る量である。そこで前述の熱量の場合と比較すると、熱利用では普通家庭で2カ月間以上まかなえるものが、電力にエネルギー変換した場合には4分の1程度となって利用効率が低下する。従って、熱は熱そのものとして活用を図る方がメリットの高いことが理解できよう。すなわち、熱エネルギーを機械的あるいは電気エネルギーに換える場合の変換効率、当然温度によって異なるが、通常の方法では20~40%が限界といわれており、あまり得策とはいえない。これは、蒸気の力学的エネルギーを、タービンによって回転エネルギーに変換し、さらに連結された発電機を回転して、電気エネルギーに変換する過程のロスによるものであり、特にタービンの効率に制約をうけるためである。

5 ——— 熱利用の歴史的プラント

ゴミ焼却によって発生する熱エネルギーを都市設備的に利用する試みは、既に半世紀を超える歴史を重ね、今日では世界的に実用段階に至っている。中でも西欧の諸都市では、寒冷地という立地条件と、高い設備技術から、この種システム開発が早くから行われ、その普及・充実はめざましいものがある。

欧州における歴史的な工場の一つとしてコペンハーゲン市のゲントフテ<Gentofte>工場がある。ここでは1931年に完成して以来、一貫してゴミ焼却により発電を続けてきた。1日に150 tの処理

能力をもつフルント式ロータリーキルン型の炉が2基あり、現在までフル運転を続けてきたが、老朽化が進んだことと、建設当初のゴミ質<最高1,500 kcal/kg>に比較し現状<2,200 kcal/kg以上>が高過ぎるため対応しきれなくなったので、近く廃止されるという。装備されたボイラ<蒸発量7t/h-16kg/cm²>、発電機<1,200KW>も非常に手入れが行き届いており、まだ十分に使用に耐える状態である。古風な工場内でピカピカに磨き上げられた赤い'30型発電機が鈍い響を上げて回転している姿は、人々に深い感動を与える。40年以上の年月をただひたすら、ゴミ処理と再生産のための発電に活躍を続けたプラントと、それをわが子の如く愛しいたわりながら運転してきた人々は、目前に迫った別離の涙をかくそうとするかのように、ただ黙々と働いている。

一方、わが横浜市にも40数年の昔、全国ではじめての試みとして磯子区滝頭町に発電設備を備えた画期的な焼却工場が建設された。

ゴミが大八車やダルマ船で運搬されていた当時としては、まさに想像を絶する大事業であったろう。偉大な市の先輩たちは、外人技師<F・G・ブリットン氏ほか>の協力のもとで、この焼却工場の火力発電によって市電50両を動かそうという大計画を立案した。総工費約69万円をもって昭和2年4月着工、昭和6年1月完成したこの工場は、処理能力26~30 t/dであった。この記念すべきプラントも当時のゴミでは発熱量が余りにも低いため、その真価を発揮し得ないまま不遇の年月を過し、大太平洋戦争中に他施設への転換を余儀なくされ、戦後撤去されたと聞く。まことに惜しまれてならない。

西のゲントフテ工場に対して東の滝頭工場、両者の誕生が奇しくも1931年でありながら、前者は老令でもなおかくしゃくとして停年を迎えようとしているのに、後者は不遇のうちに夭逝した。しか

し、当時の技術を駆使し、焼却熱利用に果敢に挑んだ先人達の卓見と情熱、工場に託した夢が偲ばれて痛いほど胸に迫るものがある。以下は同工場の概要である。

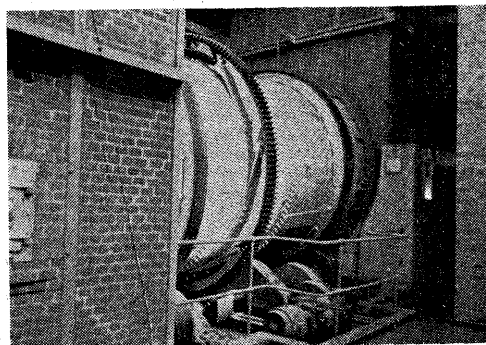
●滝頭塵芥処理所概要

- 1>目的・横浜市的全ゴミを焼却し、その熱と重油を併用して発電すること。
 - ・煙道及び灰滓中より肥料灰を採取すると共に残滓により海面埋立を行う。
- 2>工期・起工：昭和2年4月4日<1927年>
 - ・竣工：昭和6年1月30日<1931年>
- 3>焼却装置設計者・F・Gプリットン氏
 - <バブコック・ウィルコックス株式会社支配人>
- 4>総建設費・688,000円余
- 5>敷地・滝頭町地先, 1,837.5坪
- 6>職員数・吏員9名<所長1, 事務員2, 技術員6>職工48名, 守衛・使丁・給仕各1名, 臨時人夫約25名, 合計85名
- 7>焼却能力・ゴミ質良好時7~8万貫/20時間<26~30 t/d>, ゴミ質不良時3~4万貫/20時間<11~15t/d>
- 8>就業時間・焼却は20時間, 発電は24時間
- 9>発電量・場内消費用, 1日2,000KWH
市内電費用, 1日12,000KWH
<市電約50両を運転する>
- 10>建物面積・鉄骨及びコンクリート造
3階及び平家建, 延2,601m²
- 11>焼却炉・東洋バブコック社製
- 12>ボイラ・バブコック・ウィルコックス社製
- 13>除じ装置・ダビッドソン社製, 遠心力式
- 14>煙突・高さ155.5フィート<約52m>

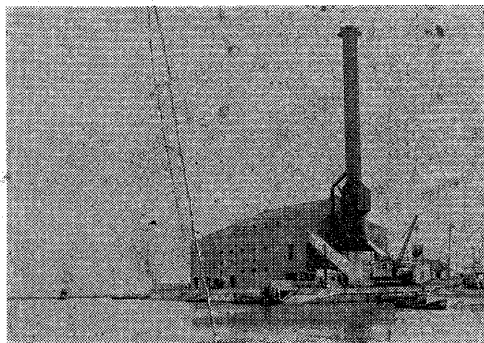
写真一 гентフテ工場の全景



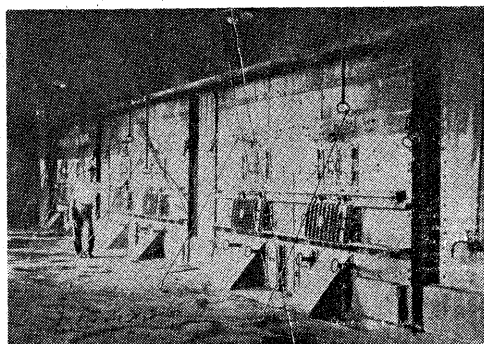
写真二 гентフテ工場の焼却炉



写真三 滝頭工場の全景



写真四 滝頭工場の焼却炉



焼却工場で回収される熱エネルギーの利用方法は広範にわたり、^{もろもろ} 諸々の可能性を内蔵しているた

め、まことに興味ある研究課題であるが、基本的には蒸気を熱そのものとして活用することが最も効率的である。他の機械的あるいは電氣的エネルギーに変換すれば、どうしても効率低下は避けられない。

そこで熱利用の第一手段として熱供給が挙げられ、地域あるいは公共施設への給湯や蒸気供給が考えられる。しかし、熱湯あるいは蒸気をパイプによって輸送するには、上下水道のような単純なパイプ構造ではなく、断熱・保温性を確保することはもちろん、蒸気等の高い圧力や、熱による管材自体の伸縮・変形に伴う応力に十分耐え得る構造が要求され、さらに出口における温度・湯質保全のための循環機能の必要性から、往復二管構造としなければならない。このため^{おのず}自から輸送距離や地形地質などの制約が多く、配管・ポンプ等設備費が高額となり、さらに維持管理費もかさんでくるので、個人や少数グループでの設備は経費負担の面で、実施が極めて困難であること。また、わが国大都市のほとんどが表日本に位置し、気候が比較的温暖であることと共に、他面、安価に入手できたプロパンガス・灯油などの簡便なエネルギーが、戦後急速に普及したことなどの理由から、国内での地域熱供給システムの開発が立ち遅れたものと考えられる。また、基本的には下水道や道路網等、社会資本の蓄積が乏しい国情から、この種都市設備への公共投資まで手が届かない状況であったことも挙げられよう。

一方、寒冷地帯に立地する西欧諸都市では、暖房等熱需要度が高いことはもちろん、比較的長い寒冷期間のストーブ排煙等による大気汚染問題などが逆に地域熱供給システムを推進する方向に作用したものであるが、基本的には下水道や道路網などの整備が歴史的に充実され、より高い生活設備を追究する先進性の現われとして、早くから国や地方自治体によるエネルギー公社、あるいは

民間の手による熱供給公社が設立された。そして都市計画の初期段階から、ガス・水道網・電路網などと共に都市動脈計画に盛り込まれ、熱供給ネットワークが相当額の公共投資の下に先行整備されている。これら設備費は、長期分割償還の形で熱料金に合算され、水道料金等と同様に毎月住民から徴収されており、相当な負担額となるようであるが、日常の利便享受の当然な代償としての意識が定着しているようである。最近、横浜市の某工場を中心とした2 km前後の地域410戸を対象とした地域給湯設備を仮定し、試算したところ総工事費が約8億2千万円、1戸あたり平均200万円となった。さらに維持算理費を年額5%程度要するとなると、なかなか現状の家庭経済の下では実現が困難であろう。

次に、熱そのものの利用以外の方法として、蒸気の保有する熱エネルギーを、冷凍機によって冷却エネルギーに変換したり、発電機によって電気エネルギーに変換して利用することが一般的であるが、前者は非常に効率が低く不経済であるため、次善の策としては、後者の発電が多く行なわれている。

西欧諸都市では、冬季に最も高い熱需要が夏季には極度に低下して余剰熱量の処分に窮することから、夏は発電主体に切換え、熱供給はごく一部に留める方法を採用している。その電気は電力公社等へ買却され、冷房設備用電力等の形で再び市民家庭などに供給される。

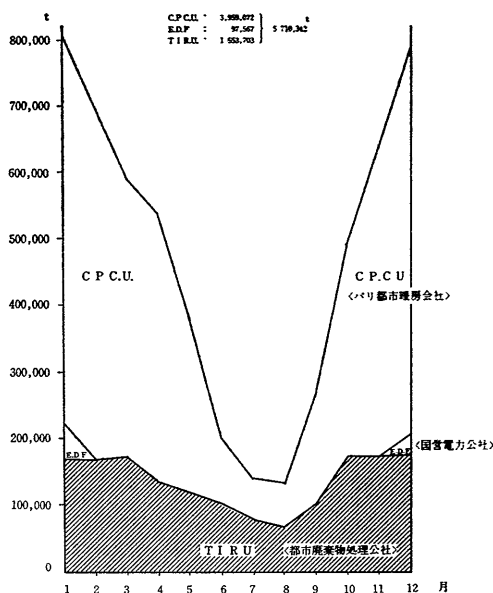
つまり、寒冷期には熱を商品としてパイプを通して供給し、温暖期には電気を商品化して電線を通じて売却することで、年間の蒸気利用量のバランスをとっている。いいかえればゴミ処理が主体ではなく、エネルギー供給が主目的のパワー・プラントとしての位置づけがなされている。そのため、燃料の主体としてゴミを使うが、不足分には、重油・粉炭・天然ガス等を使用し、場合によっては

それら普通燃料専用のボイラを併設している例もある。

パリ圏の場合には、三つの大型焼却工場のほか、一つのコンポスト工場及び埋立処分地があり、年間170万tのゴミを処理しているが、これらの運営は、国营電力公社<E・D・F>に所属する都市廃棄物処理公社<T・I・R・U>が担当しており、パリ市及び周辺自治区はこれに処理料金を支払う仕組みとなっている。つまり、収集・運搬は地方自治体、最終処理は国という分業体制が確立されて、広域処理行政の妙味を發揮している。パリ郊外の北部にはサントゥアン工場<1,200 t/24h>、南西部にはイシ・レ・ムリーノ工場<1,600 t/24h>、東南部にはイヴリ工場<2,400 t/24h>がそれぞれ配置されており、この3工場では年間に約20万MWH、蒸気約170万tを生産し、電力はE・D・Fへ、蒸気はパリ都市暖房会社<C・P・C・U>へ売却してパリ市の活動を支えるエネルギーとしている。図表一8は年間を通してパリ市の熱供給システムへ送られる蒸気量を示すグラフであるが、焼却工場生産によるものが全体の30%に達していることは特筆に値する。

また、わが国における焼却工場の熱利用状況をみると、西欧都市の地域供給という、いわば面的かつ積極的な利用形態に対して、国内では、老人センターや温水プールなど特定施設に供給する点的かつ消極的な形態に留まっている現況であるが、今後はさらに開発研究を進め、都市農業への適用や病院・学校・レジャー施設など地域性や立地条件に適合した形を主軸とする地域供給形態へと発展させるべきであろう<表一2>。しかしながら、国内のゴミ発熱量は、西欧に比較してまだ3分の2以下の低さであり、大規模な熱供給や発電が困難な現況ではあるが、市民協力の中で水切りの徹底化を図ると同時に、金属・ガラス屑等不燃物の事前分離を行なうことによって、焼却能率の

図表一8 地域暖房システムの供給蒸気量<1972>



<注> 斜線部が焼却工場から供給される蒸気量で、年間を通じてのベースロードとなっている。T,I,R,U,<ゴミ焼却>からの供給量は全体の30%を占める。

向上と発熱量の増高化はまだ十分可能である。従って今後は、ゴミ処理施設からシビル・エネルギープラントへの新しい脱皮をめざして、一層の行政及び技術的努力が必要である。

表一3は、国内大都市の代表的工場における熱利用の現況であるが、まだ利用形態が老人センターや温水プール等への局部的供給に留まっており、規模も小さく実施例も少ない。また、発電の面でも大阪市西淀工場の関西電力への売電以外は、自家消費用に留めているが、現在のゴミ発熱量では売却できるほどの発電は困難であり、止むを得ない状況と考えられる。その先進的な西淀工場でも、今回、公害防止設備を増強したため、蒸気の自家消費量が増加して、49年度以降は売電が困難な実情であると聞いている。

<環境事業局施設部長>

表 2 地域熱供給<20Gcal/hの場合>の地区別可能規模概算表<Gcal=1,000,000kcal>

対象地区	利用区分	温水プールの老人センター							考
		商店中心地区	事務所	展示場	度地	度地	度地	度地	
中心地区	店務展示場	・プール 50m×7コース ・老人センター 収容人員200人 <冬>3Gcal/hr <夏>1Gcal/hr	・施設の延床面積 130,000m ² @130kcal/h・m ² <17Gcal/hr>	・施設の延床面積 1,700,000m ² @10kcal/h・m ² <17Gcal/hr>	・施設の延床面積 120,000m ² @140kcal/h・m ² <17Gcal/hr>	・施設の延床面積 95,000m ² @200kcal/h・m ² <19Gcal/hr>			
		同	@7,000kcal/h・戸 2,430戸 敷地53.2ha <17Gcal/hr>	@800kcal/h・戸 21,200戸 敷地465ha <17Gcal/hr>	@7,800kcal/h・戸 2,180戸 敷地47.7ha <17Gcal/hr>				
住居地区	低密度住宅 <≦160人/ha>	同	@7,000kcal/h・戸 2,430戸 敷地34.0ha <17Gcal/hr>	@800kcal/h・戸 21,200戸 敷地297ha <17Gcal/hr>	@7,800kcal/h・戸 2,180戸 敷地30.5ha <17Gcal/hr>			1戸当り住宅50m ² 1戸当り3.5人とすれば ・1ha @45.7戸	
		同	同	同	同			同上条件とすれば ・1ha@71.5戸	
農業地区	農作用温室	同	同	同	同	100坪 @0.2Gcal/hr 85棟 延面積28,000m ² <17Gcal/hr>	100坪 @0.5Gcal/hr 38棟 延面積12,500m ² <19Gcal/hr>	全面ガラス張 330m ² <100坪> 長40m×幅8.3m×高3m	
		同	同	同	同	100坪 @0.3Gcal/hr 57棟 延面積18,800m ² <17Gcal/hr>		全面ガラス張 330m ² <100坪> 8.4m正8角形,高8m	
文教地区	小学校 <≦1.2ha30級>	同	1校 @0.65Gcal/hr 26校 <17Gcal/hr>	1校 @0.05Gcal/hr 340校 <17Gcal/hr>	1校 @0.7Gcal/hr 24校 <17Gcal/hr>			1校 @用地1.2ha 30級 校舎 5,000m ² 暖 130kcal/h・m ² 湯 10kcal/h・m ²	
		同	1校 @0.78Gcal/hr 22校 <17Gcal/hr>	1校 @0.06Gcal/hr 280校 <17Gcal/hr>	1校 @0.84Gcal/hr 20校 <17Gcal/hr>			1校 @用地1.8ha 30級 校舎 6,000m ² 暖 130kcal/h・m ² 湯 10kcal/h・m ²	

表-3 国内大都市各焼却工場、熱利用の現況

〈昭和49年5月調査〉

都市	焼却工場名	完成年	処理能力	ゴミ真発熱量, 設計値 kcal/kg	熱利用施設	熱自家消費状況	発電機KW— 発電量KWH 〈毎時〉
東	江戸川	41	200 t / 24h 3 炉	500~1,200	老人センター	場内暖房・給湯 職員住宅24戸給湯	
	北	44	300 t / 24h 2 炉	"	老人ホーム	"	
	石神井	44	300 t / 24h 2 炉	450~1,500		"	1,500—800
	世田ヶ谷	44	300 t / 24h 3 炉	"	老人ホーム 身障者ホーム	職員住宅32戸給湯	2,500—1,040
京	千歳	46	300 t / 24h 2 炉	600~1,500		" " 24 "	1,700—1,000
	大井	48	300 t / 24h 4 炉	600~1,800	敬老会館	" " 48 "	2,500—2,200
	多摩川	48	300 t / 24h 2 炉	700~1,900	老人センター	" " 24 "	2,000—1,000
	江東	49	300 t / 24h 6 炉	600~1,800	老人センター	" " 64 "	3,000—2,000
都	板橋	49	300 t / 24h 4 炉	700~1,900		"	3,200—
	西淀	40	200 t / 24h 2 炉	800~1,200		"	〈一部関西電力へ売却〉 3,500—3,300
大阪市	森の宮	44	300 t / 24h 3 炉	800~1,200	隣接の交通局, 下水 局施設へ	"	
	荻藻島	43	150 t / 24h 3 炉	500~1,000	温水プール	"	
神戸市	西神	47	150 t / 24h 3 炉	500~1,500	"	"	
	鳴海	45	150 t / 24h 3 炉	450~1,500	温水プール	"	
名古屋	磯子	44	150 t / 24h 3 炉	650~1,300	隣接の下水処理場へ	"〈冷房含〉	
	旭	48	180 t / 24h 3 炉	800~2,000	老人センター 温水プール	" " 24 "	
	港南	49	300 t / 24h 3 炉	900~2,280	老人センター 温水プール	" " 16 "	2,800—
	南戸塚	建設中 51	500 t / 24h 3 炉	1,370~ 2,570	老人センター 温水プール	" " 32 "	4,950—
川崎市	臨港	46	200 t / 24h 3 炉	400~1,350		"	1,300—560
	新橋	建設中 49	200 t / 24h 3 炉	600~1,900	計画中	"	2,000—
札幌市	発寒	46	150 t / 24h 2 炉	750~1,500	鉄工団地 クリーニング工場	" " 24 "	
	第2工場	建設中 49	300 t / 24h 2 炉	700~2,000	地域暖房	"	1,400
北九州	日明	46	150 t / 24h 3 炉	400~1,500	下水道施設へ 中央市場冷蔵庫	"	
福岡	西部	47	150 t / 24h 3 炉	400~1,330	老人 帯植 物園	"	